

⑫ 公開特許公報(A)

平4-130587

⑬ Int. Cl.⁵

G 06 F 15/62

識別記号

4 1 5

庁内整理番号

8526-5L

⑭ 公開 平成4年(1992)5月1日

審査請求 有 請求項の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 3次元画像評価装置

⑯ 特 願 平2-253160

⑰ 出 願 平2(1990)9月20日

特許法第30条第1項適用 平成2年8月15日、社団法人情報処理学会発行の「第41回(平成2年後期)全国大会講演論文集(2)」に発表

⑱ 発 明 者 富 田 文 明 茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技術院電子技術総合研究所内
 ⑲ 発 明 者 高 橋 裕 信 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
 ⑳ 発 明 者 寺 崎 肇 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
 ㉑ 出 願 人 工 業 技 術 院 長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
 ㉒ 復 代 理 人 弁 理 士 中 島 司 朗
 ㉓ 出 願 人 三 洋 電 機 株 式 有 限 公 司 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地
 ㉔ 代 理 人 弁 理 士 中 島 司 朗

明 細 書

1. 発明の名称

3次元画像評価装置

2. 特許請求の範囲

(1) 被写体を撮像して画像情報を出力する撮像手段を含む撮像部と、

被写体のモデルにおける3次元データを記憶するモデル情報記憶部と、

前記画像情報と、モデルの3次元データとに基づいて、被写体の位置および姿勢を推定する3次元位置・姿勢推定部と、

前記推定された位置および姿勢にあるモデルを撮像したときに得られるであろう画像情報を予測する予測画像情報生成部と、

前記撮像部から出力された画像情報と、予測画像情報生成部から出力された画像情報とを比較して、一致度を求める画像情報比較部と

を備えたことを特徴とする3次元画像評価装置。

(2) 請求項第1項記載の3次元画像評価装置であって、

前記撮像部は、被写体における頂点及び／又は辺及び／又は面を示すデータを画像情報として出力し、

予測画像情報生成部は、3次元位置・姿勢推定部によって推定された位置および姿勢にあるモデルを撮像したときに得られるモデルの頂点及び／又は辺及び／又は面を示すデータを画像情報として予測する一方、

画像情報比較部は、撮像部から出力された画像情報と、予測画像情報生成部から出力された画像情報とにおける各頂点及び／又は辺及び／又は面の一致度を求めるように構成されていることを特徴とする3次元画像評価装置。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、テレビカメラやイメージスキャナなどから得られた画像情報に基づいて、3次元物体の認識を行うために使用される3次元画像評価装置に関する。

従来の技術

従来より、例えば「画像と言語の認識工学」(長尾真著、1989年コロナ社発行、p.142-p.149)に示されているように、2次元の被写体を撮像して得られる画像情報と、あらかじめ記憶されているモデルの画像情報とを比較することにより、被写体の認識を行う手法が知られ、この種の手法を適用した画像評価装置が用いられている。

また同様に、複数の撮像手段から得られた被写体の画像情報と、あらかじめ記憶されているモデルの3次元データとに基づいて、3次元物体の認識を行う3次元画像評価装置も用いられている。

この種の3次元画像評価装置では、例えば2つの撮像手段から得られた画像情報に基づいて、被写体の各部における3次元空間内の位置、および姿勢を3次元データとして求め、この3次元データと、モデルの3次元データとを比較することによって、3次元物体の認識を行うようになってい

発明が解決しようとする課題

しかしながら、被写体の3次元データは、双方

の撮像手段から画像情報が得られた場合にのみ、求めることができ、少なくともいずれかの撮像装置において被写体の背面に隠れている線分や頂点等の部分は、3次元データを求めることができない。一方、モデルの3次元データは、そのモデルを構成するすべての部分に関しての情報を有している。

それゆえ、被写体とモデルとの3次元データとを比較しても、データの一致程度が低く、したがって、3次元物体の認識精度を高くすることは困難であるという課題を有していた。

特に、複数の被写体を撮像して認識を行う場合には、他の被写体に隠れて撮像されない部分が生じ得るので、一層、認識精度が低下しがちである。

さらに、上記のように撮像手段から得られた画像情報に基づいて3次元データを求める演算は複雑であるため、認識結果を迅速に得ることが困難であるという課題をも有していた。

本発明は、上記の点に鑑み、3次元物体の認識を高い精度で、かつ迅速に行うことができる3次

元画像評価装置の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

上記目的を達成するため、本発明は、被写体を撮像して画像情報を出力する撮像手段を含む撮像部と、被写体のモデルにおける3次元データを記憶するモデル情報記憶部と、前記画像情報と、モデルの3次元データとに基づいて、被写体の位置および姿勢を推定する3次元位置・姿勢推定部と、前記推定された位置および姿勢にあるモデルを撮像したときに得られるであろう画像情報を予測する予測画像情報生成部と、前記撮像部から出力された画像情報と、予測画像情報生成部から出力された画像情報とを比較して、一致程度を求める画像情報比較部とを備えたことを特徴としている。

作 用

予測画像情報生成部は、3次元位置・姿勢推定部によって推定された位置および姿勢にあるモデルを撮像したときに得られるであろう画像情報を予測し、画像情報比較部は、撮像部から出力された画像情報と、予測画像情報生成部から出力され

た画像情報とを比較して、一致程度を求める。

実 施 例

第1図は本発明の一実施例における3次元画像評価装置の構成を示すブロック図である。

第1図において、11~13は撮像手段としてのテレビカメラ、14はテレビカメラ11~13と共に撮像部を構成する画像前処理部、15は3次元位置・姿勢推定部、16はデータ入力装置、17はモデル情報記憶部、18は予測画像情報生成部、19は画像情報比較部、20は評価部、21は評価結果出力部である。

上記モデル情報記憶部17には、あらかじめ、例えば第2図に示すようなモデルMにおける各頂点や辺の3次元空間内の位置等を示すデータがデータ入力装置16を介して入力され、例えば各頂点、および前記頂点に連結されている辺に関するデータを関連づけたデータ構造で記憶されるようになっている。

テレビカメラ11~13は、それぞれ、第3図に示すように、対象物Hを互いに異なる方向から

撮像するように所定の位置に配置されている。これらのテレビカメラ 11~13 で撮像される画像 H11~H13 は、それぞれ撮像面 11a~13a に投影されるようになっている。ここで撮像面 11a~13a は、実際には撮像レンズの後方に位置しているが、説明の便宜上、光軸上で反転させてレンズの前方に位置するように図示して説明する。

上記画像 H11~H13 は、より具体的には、例えば第 4 図 (a)~(c) に示すように、濃淡画像として得られる。なお、同図において、濃淡の別はハッチング線の種別によって示している。

画像前処理部 14 は、上記濃淡画像 H11~H13 に基づいて、第 5 図 (a)~(c) に示すような頂点および辺の画像情報 H11'~H13' の抽出を行うようになっている。ここで、上記画像情報 H11'~H13' の抽出とは、より具体的には、例えば「画像の B-R E P のためのアルゴリズム」(喜田、高橋著、電子通信学会パターン認識理解研究会 P R U 8 6 - 8 7 (1987))

びその 2 辺が連結される頂点を探索する。そして、モデル M の頂点および 2 辺が、上記対象物 H の頂点および 2 辺に重なるように、モデル M を移動、回転させる移動行列、および回転行列を求める。

なお、対象物 H の位置および姿勢の推定は、上記のように複数の画像情報 H11'... に基づいて求めることにより、誤って推定される移動行列等の数を少なくし、後述する予測画像情報生成部 18 等における処理の負荷を軽減することができるが、これに限らず、例えば「Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography」(Martin A. Fischler and Robert C. Bolles 著、Graphics and Image Processing, Communications of the ACM 24-6 P.381-395(1981)) に開示されているように、単一画面内の対象物 H の画像情報における任意の 3 点または 3 線分と、モデルにおける任意の 3 点または 3 線分とが対応していると仮定して、対象物 H の 3 次元空間内の位置、および姿勢を推定してもよい。

に示される手法などによって、各頂点および辺の位置や方向などを示すデータを求めることで、第 5 図 (a)~(c) は、得られたデータに基づいて再現した画像の例を示している。

なお、上記画像情報 H11'~H13' は、例えば 3 次元空間内の所定の絶対座標系内のデータとして得ることができるが、これに限らず、各テレビカメラ 11~13 や撮像面 11a~13a に固有の座標系内のデータとして求めるなどしてもよい。

3 次元位置・姿勢推定部 15 は、上記画像情報 H11'~H13'、およびモデル情報記憶部 17 から出力されるモデル M のデータに基づいて、対象物 H の位置および姿勢を推定するようになっている。

より具体的には、例えば、まず複数の画像情報 H11'... に基づいて対象物 H における何れかの頂点の 3 次元空間内の座標、およびその頂点に連結されている 2 辺のなす角度を求める。次に、上記角度に等しい角度をなすモデル M の 2 辺、およ

予測画像情報生成部 18 は、上記移動行列、および回転行列に基づいて、モデル M における各頂点および辺の位置を示す座標の座標変換や遠近法に従った変形、除線処理等を行い、第 6 図 (a)~(c) に示すように、各テレビカメラ 11~13 で撮像したときに得られるであろう頂点および辺の画像情報 H11''~H13'' を予測するようになっている。

ここで、上記画像情報 H11''... の予測は、一旦、モデル M のデータに基づいて、線画の画像パターンや、さらには、第 7 図 (a)~(c) に示すように照明状態や光の反射、屈折等を考慮してレイトレーシング等の処理を行った濃淡画像パターン H11''a~H13''a を生成し、これに前記画像前処理部 14 と同様の処理を施すことにより、行うようにしてもよい。

すなわち、このような処理を行えば、例えば画像前処理部 14 の特性等に応じて検出されにくい辺がある場合などでも、同様の画像情報 H11'' が得られるので、後述する評価部 20 での評価が

より正確に行われる。また、照明状態や光の反射、屈折等に応じて生じる影などに対しても、同様の処理が行われるので、上記影などに基づく画像情報 $H11'$ …をも評価の対象とすることができる。一方、濃度が同程度の領域の境界となる辺であるために、画像情報 $H11'$ …が得られにくい辺などは、評価の対象から除外することができる。

画像情報比較部 19 は、上記モデル M の画像情報 $H11''$ …と、対象物 H の画像情報 $H11'$ …との比較を行い、これらの一致程度を求めるようになっている。

例えば画像情報 $H11' \cdot H11''$ を比較すると、第 8 図に実線で示す辺が一致していることが検出される。ここで、同図において、破線で示す辺は上記陰線処理によって、撮像されないことが予測されている辺を示し、2 点鎖線で示す辺 P は、撮像されると予測されるが、画像情報 $H11'$ には含まれていない辺であることを示している。

また、同様に、画像情報 $H12' \cdot H12''$ および $H13' \cdot H13''$ の比較を行うと、第 9 図

および第 10 図に示すように、画像情報 $H12'' \cdot H13''$ に含まれてはいるが、画像情報 $H12' \cdot H13'$ には含まれていない辺 Q・R・S が検出される。

なお、画像情報 $H11'$ …等の比較は、上記のように辺に対して行うものに限らず、例えば頂点や面の位置、および面の濃度など、テレビカメラ 11 …およびモデル M のデータから得られるものであれば種々のものに対して行うことができる。

評価部 20 は、上記比較結果に基づいて、前記 3 次元位置・姿勢推定部 15 で行われた対象物 H の位置および姿勢の推定が正しいかどうかを評価し、評価結果出力部 21 を介して評価結果等を出力するようになっている。

例えば上記の例では、いずれの辺も、その辺が含まれるべき画像情報 $H11'$ …のうちのいずれかに含まれているので、第 8 図ないし第 10 図に記号 L で示す長さを単位長さとして、実際に撮像された辺の長さの総和と撮像されるべき辺の長さの総和との比をとると、 $29.0L / 29.0L$

$= 1.0$ という評価値が得られる。この評価値は、値が大きいほど、画像情報 $H11'$ …と $H11''$ …とが一致していることになるので、撮像された対象物 H は、推定した位置および姿勢にあるモデル M に等しいと認識される。

ここで、例えば上記のようにいずれかの画像情報 $H11'$ …に含まれていれば、その辺は撮像されていると判定するようにすることにより、照明状態等の影響やテレビカメラ 11 ～ 13 の位置によっては抽出されにくい辺がある場合などでも、比較的適正な評価値が得られる。しかも、テレビカメラの台数を増やすことによって、評価精度の向上を図ることも容易にできる。また、撮像されるべき辺を基準とし、陰になっている辺等を評価の対象から除外することにより、やはり評価値の精度が向上する。

また、上記評価値の算出は、一組の画像情報の比較結果、例えば画像情報 $H11' \cdot H11''$ だけに基づいても求めることができる。すなわち、この場合には、実際に撮像された辺の長さの総和

は $14.5L$ 、撮像されるべき辺の長さの総和は $15.5L$ であるから、 $14.5L / 15.5L = 0.935$ という評価値が得られる。このように、1 台のテレビカメラ 11 だけで対象物を撮像した場合などでも、位置および姿勢の推定が正しいかどうかを判定することができる。

このように、モデル M を撮像したときに得られるであろう画像情報の予測を行うことによって、画像情報 $H11' \sim H13'$ に含まれるすべての情報が評価に用いられるので、精度の高い 3 次元物体の認識が行われる。特に、テレビカメラ 11 …から遠いところにあるために縮小されて撮像されているために 3 次元空間内での位置の予測が困難な対象物や、1 台のテレビカメラだけに撮像されている部分がある場合などでも、画像前処理部 14 から出力された画像情報 $H11'$ …のまま評価に用いられるので、高精度な認識を行うことができる。

しかも、複数の対象物が撮像されている場合でも、陰線処理等により、それぞれの対象物の前後

関係に応じた画像情報が生成されるので、やはり確実にそれぞれの対象物を認識することができる。

なお、本実施例においては、対象物 H やモデル M における頂点や辺を示すデータを画像情報 H 1 1' …として比較する例を説明したが、これに限らず、濃淡画像や線画像などの画像パターンを示すデータを比較するようにしてもよい。この場合には、公知のパターンマッチング手法などが適用でき、頂点や辺などの対応関係は認識されないが、全体として、一致程度の評価を行うことができる。

発明の効果

以上説明したように、本発明によれば、推定した位置および姿勢にあるモデルを撮像したときに得られるであろう画像情報と、撮像部から出力された画像情報との一致程度を比較することにより、撮像部からの画像情報を有効に利用でき、また、陰になる部分などは、比較対象から除外されるので、3次元物体の認識を高い精度で、かつ迅速に行うことができるという効果を奏する。

さらに、モデルの一部もしくは全てが、かくれ

等によりカメラによって直接撮像できなくとも、モデルにより生成されると予測される影もしくは反射、屈折等を画像情報と比較し、認識精度を高めることができる。

4. 図面の簡単な説明

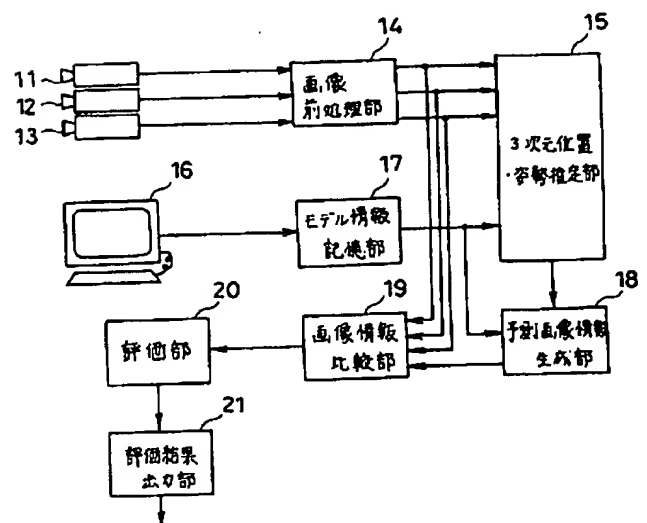
第1図は本発明の一実施例における3次元画像評価装置の構成を示すブロック図、第2図はモデルの形状の例を示す斜視図、第3図は対象物をテレビカメラで撮像する状態を示す斜視図、第4図(a)～(b)は撮像された濃淡画像の例を示す説明図、第5図(a)～(c)は頂点および辺が抽出された画像情報の例を示す説明図、第6図(a)～(c)および第7図(a)～(c)は予測された画像情報の例を示す説明図、第8図～第10図は画像情報の比較結果の例を示す説明図である。

11～13…テレビカメラ、14…画像前処理部、15…3次元位置・姿勢推定部、16…データ入力装置、17…モデル情報記憶部、18…予測画像情報生成部、19…画像情報比較部、20…評価部、21…評価結果出力部

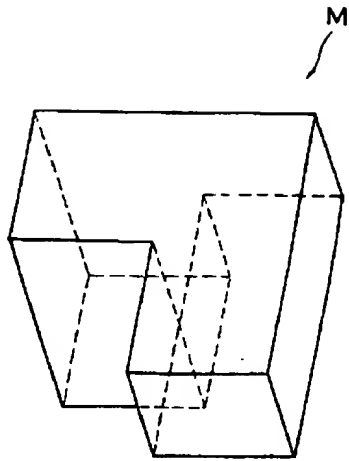
…評価部、21…評価結果出力部

特許出願人 工業技術院長 杉浦 賢
外1名
復代理人並びに代理人 弁理士 中島史朗

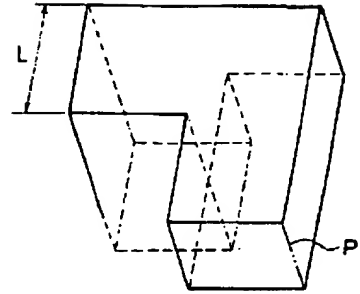
第1図



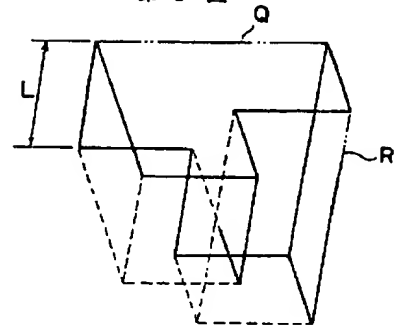
第 2 図



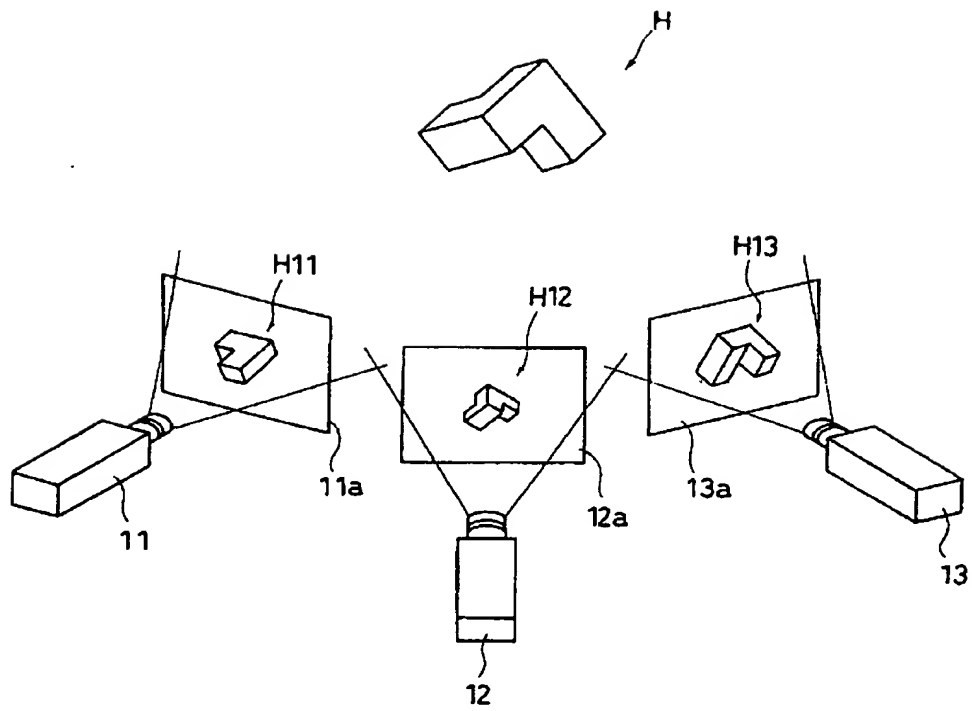
第 8 図



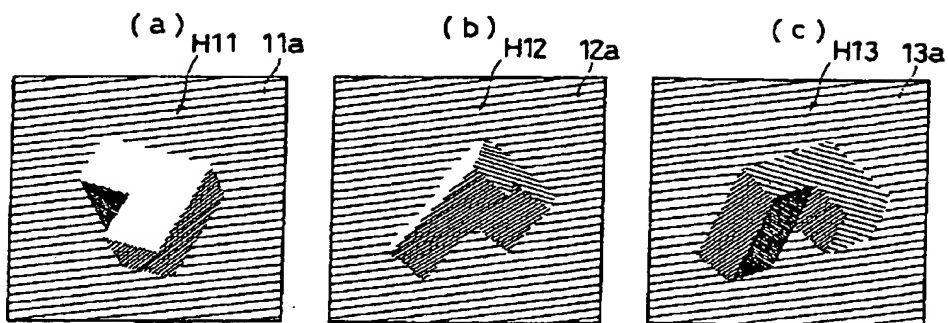
第 9 図



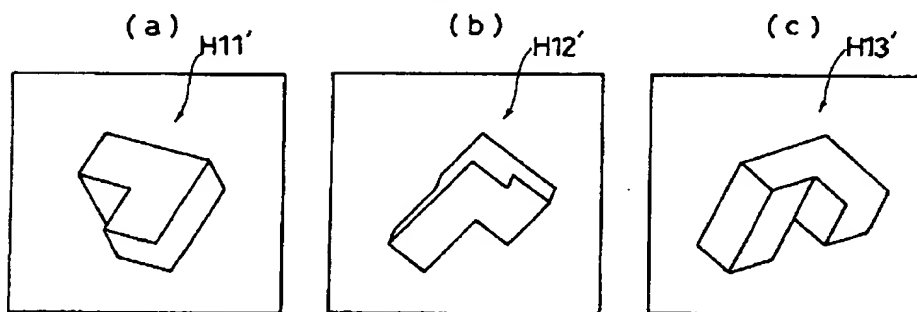
第 3 図



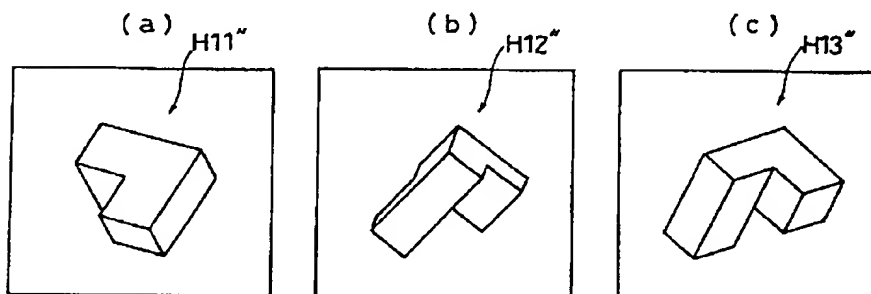
第 4 図



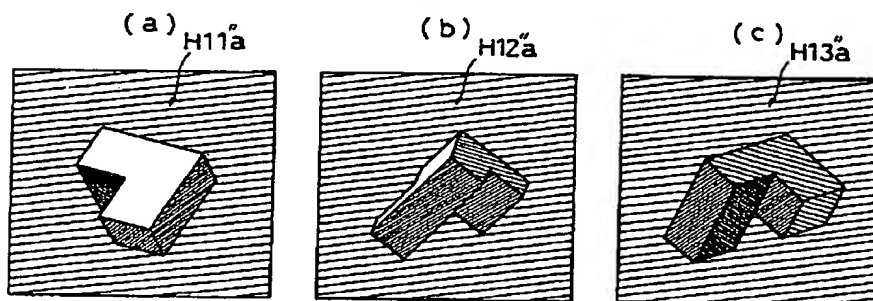
第 5 図



第 6 図



第 7 図

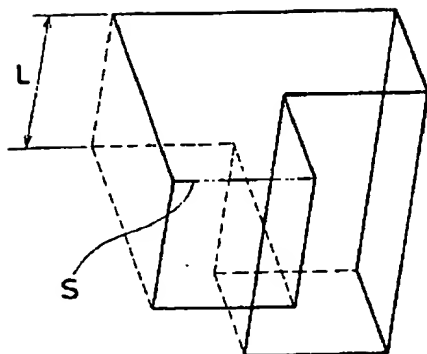


手 続 補 正 書 (方式)

平成 3 年 2 月 5 日

特許庁長官 植 松 敏 殿
平成 3 年 6 月 6 日差出

第 10 図



1. 事件の表示

平成 2 年特許願第 2 5 3 1 6 0 号



2. 発明の名称

3 次元画像評価装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区霞が関一丁目 3 番 1 号

名称 (114) 工業技術院長 杉浦 賢

住所 守口市京阪本通 2 丁目 1 8 番地

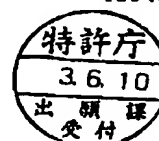
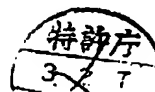
名称 (188) 三洋電機株式会社

代表者 井 植 敏

4. 工業技術院長の復代理人

住所 大阪市北区豊崎 3 丁目 20 番 9 号
三栄ビル 9F

氏名 弁理士 (9044) 中 島 司 朗
TEL (06) 373-3246



5. 三洋電機株式会社の代理人

住所 大阪市北区豊崎 3 丁目 20 番 9 号
三栄ビル 9F

氏名 弁理士 (9044) 中 島 司 朗
TEL (06) 373-3246

6. 補正命令の日付 (発送日)

平成 3 年 1 月 2 2 日

7. 補正の対象

明細書の「図面の簡単な説明」の欄

8. 補正の内容

明細書第 1 6 頁 9 行 ~ 1 0 行の「第 4 図 (a) ~ (b)」とあるのを「第 4 図 (a) ~ (c)」と補正します。